

3. Übung am 05. 11. 2009

11) a) Ein Metallfaden mit dem Durchmesser $d = 0.01 \text{ cm}$ und Länge $l = 2 \text{ cm}$ erwärmt sich unter der Wirkung des elektrischen Stromes auf die konstante Temperatur $T_1 = 2500 \text{ K}$. Der Faden soll wie ein idealer schwarzer Körper strahlen und von seiner Umgebung sonst keine Energie aufnehmen. Wärmeleitungsverluste können vernachlässigt werden. Der spezifische Widerstand des verwendeten Drahtes ist $\rho = 2,5 \cdot 10^{-4} \text{ } \Omega\text{cm}$. Berechnen Sie die erforderliche Stromstärke.

b) Nehmen Sie nun an der Faden befindet sich in einer evakuierten Kammer. Die Kammerwände haben die konstante Temperatur $T_2 = 1000\text{K}$ bzw. 2000K und verhalten sich ebenfalls wie ein schwarzer Strahler. Berechnen Sie erneut die erforderlichen Stromstärken.

12) Planck'sche Strahlungsformel

a) Ersetzen Sie in der Planck'sche Strahlungsformel $w_\nu(\nu)d\nu = \frac{8\pi h\nu^3}{c^3} \frac{d\nu}{e^{h\nu/(kT)} - 1}$ die Frequenz durch die Wellenlänge.

b) Leiten Sie nun daraus das Wien'sche Verschiebungsgesetz ab. Bestimmen Sie auch die Konstante im Wien'schen Verschiebungsgesetz, indem Sie die erhaltene Gleichung graphisch lösen.

c) Ein schwarzer Körper wird auf eine Temperatur von 1000K erhitzt. Bei welcher Wellenlänge liegt das Maximum der emittierten Strahlungsenergie ?

.....

13a) Welche Potentialdifferenz muss angelegt werden, um die schnellsten Elektronen zu stoppen, die bei der Einstrahlung von ultraviolettem Licht der Wellenlänge 200 nm aus einer Nickeloberfläche emittiert werden? Die Austrittsarbeit von Nickel beträgt $5,01 \text{ eV}$.

b) Bestimmen Sie das Planck'sche Wirkungsquantum, wenn Photoelektronen, die aus der Oberfläche eines Metalls durch Licht mit einer Frequenz $\nu = 2,2 \cdot 10^{15} \text{ s}^{-1}$ herausgelöst werden, über eine entgegenwirkende Spannung von $6,6 \text{ V}$ vollständig zurückgehalten werden, und die zu Licht mit einer Frequenz von $\nu = 4,6 \cdot 10^{15} \text{ s}^{-1}$ gehörigen Photoelektronen über eine entgegenwirkende Spannung von $16,5 \text{ V}$ vollständig zurückgehalten werden.

14) Ein Röntgenquant der Wellenlänge λ wird an einem Elektron um den Winkel θ gestreut. Welchen Energiebetrag nimmt das Elektron auf ? Unter welchen Winkel ϕ gegenüber der Röntgenstrahlung bewegt sich das Elektron ? Rechnen Sie zuerst allgemein und dann für $\lambda = 0.102 \text{ nm}$ und $\theta = 77^\circ$.

15) Ein Metallwürfel mit der Kantenlänge $a = 0.05 \text{ m}$ hängt isoliert an einem Faden in einer evakuierten Kammer. Er hat anfänglich eine Temperatur $T_1 = 1000 \text{ K}$. Der Würfel soll wie ein idealer schwarzer Körper strahlen und von seiner Umgebung keine weitere Energie aufnehmen. Berechnen Sie, welche Zeit vergeht, bis die Temperatur des Würfels auf den Wert $T_2 = 400\text{K}$ abgesunken ist. Die Dichte des Stoffes, aus dem der Würfel besteht, ist $\rho = 19000 \text{ kg m}^{-3}$ und seine spezifische Wärmekapazität $c = 0,037 \text{ kcal kg}^{-1}\text{K}$.

b) Bestimmen Sie die Oberflächentemperatur der Erde im Gleichgewicht wenn Sie nur Strahlung von der Sonne ($T_s = 6000 \text{ K}$) empfängt und keine anderen Wärmequellen besitzt. Die Albedo der Erde ($\alpha = 0.34$) ist jener Bruchteil der einfallenden Energie der direkt reflektiert wird. (Alle astronomischen Daten, die Sie benötigen, finden Sie in Demtröder Experimentalphysik II).